

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2005 年 8 月 11 日 (11.08.2005)

PCT

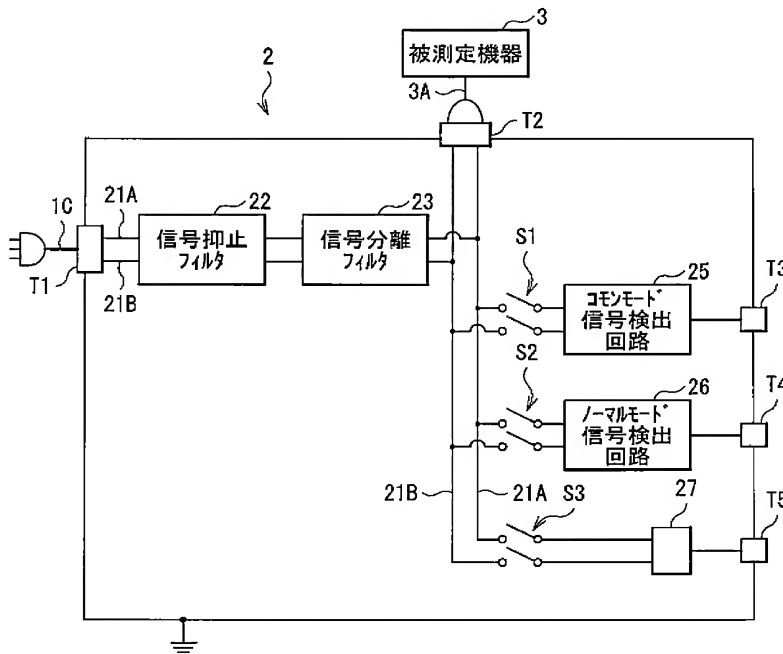
(10) 国際公開番号
WO 2005/072071 A2

- (51) 国際特許分類: 分類無し (71) 出願人 (米国についてのみ): 和崎 ひとみ (WASAKI, Hitomi) (発明者(死亡)の相続人) [JP/JP]; 〒2900255 千葉県市原市光風台 4-3 3 2 Chiba (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/000968
- (22) 国際出願日: 2005 年 1 月 26 日 (26.01.2005)
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (72) 発明者: 和崎 賢 (WASAKI, Masaru) (死亡).
- (26) 国際公開の言語: 日本語 (72) 発明者; および
- (30) 優先権データ: 特願2004-024869 2004 年 1 月 30 日 (30.01.2004) JP (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 斉藤 義広 (SAITOH, Yoshihiro) [JP/JP]; 〒1038272 東京都中央区日本橋一丁目 1 3 番 1 号 TDK株式会社内 Tokyo (JP).
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): TDK 株式会社 (TDK CORPORATION) [JP/JP]; 〒1038272 東京都中央区日本橋一丁目 1 3 番 1 号 Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: SIGNAL DETECTOR

(54) 発明の名称: 信号検出装置



- 3... DEVICE BEING MEASURED
22... SIGNAL SUPPRESSING FILTER
23... SIGNAL SEPARATING FILTER
25... COMMON-MODE SIGNAL DETECTING CIRCUIT
26... NORMAL-MODE SIGNAL DETECTING CIRCUIT

電源電圧に含まれる高周波信号を抑止する信号抑止フィルタ (22) と、高周波信号の伝達を阻止する信号分離フィルタ (23) とを直列に設けると共に、コモンモード信号検出回路 (25) とノーマルモード

(57) Abstract: A signal detector having an excellent measurement function enabling simple and accurate cause analysis of noise occurrence. To power supply lines (21A, 21B) connected to power supply input terminals (T1), a signal suppressing filter (22) for suppressing a high-frequency signal included in the power supply voltage and a signal separating filter (23) for blocking transmission of the high-frequency signal are connected in series. A common-mode signal detecting circuit (25) and a normal-mode signal detecting circuit (26) are provided independently of each other. While bidirectionally blocking transmission of a high-frequency signal (noise) between the power supply and the device being measured by means of the signal suppressing filter (22) and the signal separating filter (23), the common-mode signal and the normal-mode signal generated in the device (3) and entering through a power supply output terminal (T2) are detecting separately. The analysis of the cause of occurrence of a high-frequency signal produced in the device (3) is facilitated, and proper noise measure can be taken.

(57) 要約: 簡便かつ的確にノイズ発生の原因解析を行うことを可能とする優れた測定機能を有する信号検出装置を提供する。電源入力端子 (T1) に接続された電源線 (21A), (21B) に、

[続葉有]

WO 2005/072071 A2



(74) 代理人: 三反崎 泰司, 外(MITAZAKI, Taiji et al.); 〒1600022 東京都新宿区新宿 1 丁目 9 番 5 号大台ビル 2 F Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA,

SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書なし; 報告書を受け取り次第公開される。

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 *PCT* ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

信号検出回路 (26) とを互いに独立に設ける。信号抑止フィルタ (22) および信号分離フィルタ (23) によって電源側との間での高周波信号 (ノイズ) の伝達を双方向に遮断した状態で、被測定機器 (3) から発生して電源出力端子 (T2) から進入したコモンモード信号とノーマルモード信号とを個別に検出する。被測定機器 (3) で発生した高周波信号の発生原因の解析が容易となり、的確なノイズ対策が可能になる。

明 細 書

信号検出装置

技術分野

[0001] 本発明は、各種の電気機器の電源端子に誘起される高周波の信号電圧（雑音、ノイズ）を測定するために用いられる信号検出装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、家庭や企業等において電気機器が多数使用されるようになったことに伴い、電気機器から発生する電磁妨害（EMI; Electro-Magnetic Interference）雑音が他の電子機器に悪影響を与える問題が起きている。このようなEMI雑音には、電源ラインを通して伝播していく伝導妨害波と、機器から直接放射される放射妨害波とに大別される。このうち、伝導妨害波を評価するための方法の1つとして、雑音端子電圧試験がある。この試験は、電気機器の電源端子に誘起される高周波の雑音信号電圧を測定する試験である。

[0003] この雑音端子電圧に関して各国で厳しい規格が制定されている。たとえば国際規格のCISPR（国際無線障害特別委員会）、米国のFCC（アメリカ連邦通信委員会）、日本のVCCI（日本情報処理装置等電波障害自主規制協議会）等の規格がある。例えば、CISPR22では150KHz～30MHzという広範囲な周波数に対して厳しい規格値が規定されている。これに対して、従来より、図18に示したような雑音端子電圧用の測定装置が電波暗室に設置され、規格への適合性を測定することが行われている。

[0004] 図18は、規格適合性の測定に用いられる雑音端子電圧測定システムを表すものである。このシステムでは、商用電源からの電源電圧が、電源ケーブル100C（ここでは、1対の電源線と接地線とを一本の太いラインで示している）を介して、測定装置101の疑似回路電源網101Cに供給され、さらに、電源線101A、101Bおよび接地線101Gを介して被測定機器102に供給される。被測定機器102で発生した雑音は、スペクトルアナライザ103によって測定されるようになっている。疑似回路電源網101Cは、被測定機器102と電源との間に挿入され、被測定機器102の電源端子から見た

インピーダンスを規定値(50ー150Ω)に保ちながら電源を供給すると共に、電源側に存在する外来雑音から測定回路を分離するためのもので、被測定機器102で発生する雑音信号を正確に検出するために欠くことができない信号検出装置である。

[0005] この測定装置101では、スイッチ101Sを備えており、このスイッチ101Sを切り換えることによって、電源線101A側の雑音または電源線101B側の雑音を選択的に測定することができる。

[0006] 図19は、測定装置101の具体的回路の一例を表すものである。この回路は、例えば協立電子工業株式会社製擬似電源回路網KNW-242C結線図に記載されたものである。

[0007] この測定装置101は、電源入力端子J1と、電源出力端子J2と、信号出力端子J3とを備えている。電源入力端子J1と電源出力端子J2との間の電源線101A, 101Bに擬似電源回路網101Cが設けられている。擬似電源回路網101Cは、電源線101Aに挿入された直列接続のインダクタンス素子L1, L3と、電源線101Bに挿入された直列接続のインダクタンス素子L2, L4とを有する。

[0008] インダクタンス素子L1の電源入力端子J1側は、抵抗器R1を介して接地に接続されると共に、直列接続されたコンデンサC1および抵抗器R3を介して接地に接続されている。インダクタンス素子L1, L3の接続点は、直列接続されたコンデンサC3および抵抗器R5を介して接地に接続され、インダクタンス素子L3の電源出力端子J2側は、直列接続されたコンデンサC5および抵抗器R7を介して接地に接続されている。

[0009] インダクタンス素子L2の電源入力端子J1側は、抵抗器R2を介して接地に接続されると共に、直列接続されたコンデンサC2および抵抗器R4を介して接地に接続されている。インダクタンス素子L2, L4の接続点は、直列接続されたコンデンサC4および抵抗器R6を介して接地に接続され、インダクタンス素子L4の電源出力端子J2側は、直列接続されたコンデンサC6および抵抗器R8を介して接地に接続されている。

[0010] コンデンサC5と抵抗器R7との接続点P1およびコンデンサC6と抵抗器R8との接続点P2はスイッチ101Sに接続され、このスイッチ101Sの切り換えにより、接続点P1, P2のいずれか一方の雑音信号が信号出力端子J3に現れ、他方が接地に接続されるようになっている。

[0011] この擬似電源回路網101Cは、電源線101Aに着目すると、インダクタンス素子L1, L3とコンデンサC1, C3とからなるLCフィルタを構成しており、また、電源線101Bに着目すると、インダクタンス素子L2, L4とコンデンサC2, C4とからなるLCフィルタを構成している。これらのLCフィルタを、電源入力端子J1からの雑音信号と電源出力端子J2からの雑音信号の双方に対して高いインピーダンスを示すように構成することにより、低周波の交流電圧は通過させる一方、電源入力端子J1と電源出力端子J2との間を高周波の雑音信号に関してアイソレート(隔絶または分離)するようになっている。

[0012] インダクタンス素子L1, L3およびインダクタンス素子L2, L4としては、周波数特性を高域までフラットにするために(すなわち、周波数によらずに信号分離ができるようにするために)、コイル中にコアを入れないで構成した空芯コイルが用いられている。コアを有すると、信号分離特性が周波数依存性をもつことになるからである。

[0013] ところで、最近の雑音に関する社会環境を考察すると、以下の点があげられる。

- 1) トップランナー方式による省エネルギーが推進されている。
- 2) 電源ラインの高調波歪みが問題となり、高調波対策回路を搭載することが一般的となってきた。
- 3) プラズマディスプレイのように家電製品の一部は大電力化の傾向にある。
- 4) 情報機器のみならず、家電製品もマイクロプロセッサによる制御が一般的になってきた。
- 5) 電動工具等の回転系電気機器による雑音問題に加え、照明器具や空調機等にもインバータ制御が導入されたことによるスイッチング雑音の問題が顕在化してきた。

[0014] このように、最近では特に、機器電源のスイッチング制御化の増加や、一次側位相制御回路の増加、さらには、スイッチング回路の多重化等によって、電気機器が発生する雑音は増大傾向にある。このため、雑音が規格を満たしているか否かを調べるために、図18に示したような測定システムを用いて雑音端子電圧を測定する必要性が高まる一方である。

[0015] ところで、このような雑音端子電圧には、コモンモード(雑音)信号とノーマルモード(雑音)信号とがある。コモンモード信号は、2本の導電線(例えば一対の電源線)を同

じ位相で伝搬する信号であり、ノーマルモード信号は、2本の導電線によって伝送されて2本の導電線の間で電位差を生じさせる信号である。これらの各モードの信号の大きさや周波数帯は、測定対象の電気機器の回路構成によって大きく異なる場合が多い。

- [0016] しかしながら、図18に示した測定装置は、雑音端子電圧を測定対象としてはいるものの、コモンモード信号とノーマルモード信号とをまとめて(混在した形で)測定するようになっている。したがって、各モードごとに信号を分離して測定することができず、雑音発生の原因解析を詳細かつ的確に行うには情報量が足りず、試行錯誤をしながら雑音対策をしなければならない。このため、雑音対策には豊富な経験と多大の時間や労力とが必要となり、新規の電気製品を開発する際の開発コストが増大するという欠点があった。

発明の開示

- [0017] 本発明はかかる問題に鑑みてなされたもので、その第1の目的は、雑音発生の原因解析を簡便かつ的確に行うことを可能とする優れた測定機能を有する信号検出装置を提供することにある。また、本発明の第2の目的は、そのような優れた測定機能を持ちながら、電気機器開発技術者の開発ツールとして簡便に利用することができる小型で安価な信号検出装置を提供することにある。
- [0018] 本発明の信号検出装置は、電源供給源から電源電圧が入力される電源入力端子と、被測定機器に接続され、電源入力端子から入力された電源電圧を被測定機器に出力する電源出力端子と、電源入力端子に接続された第1および第2の導電線に設けられ、電源入力端子と電源出力端子との間での信号の伝達を遮断する信号遮断回路と、電源出力端子と信号遮断回路との間の電源電圧に含まれる信号からコモンモード信号を取り出すコモンモード信号検出回路と、電源出力端子と信号遮断回路との間の電源電圧に含まれる信号からノーマルモード信号を取り出すノーマルモード信号検出回路と、コモンモード信号検出回路の出力端に設けられたコモンモード信号出力端子と、ノーマルモード信号検出回路の出力端に設けられたノーマルモード信号出力端子とを備えている。
- [0019] この信号検出装置では、電源入力端子から入力された電源電圧に含まれるコモン

モード信号およびノーマルモード信号は、信号遮断回路によって測定系(信号検出回路側)への通過が遮断される。被測定機器で発生したコモンモード信号およびノーマルモード信号は、電源出力端子から第1および第2の導電線に進入するが、信号遮断回路によって電源入力端子側への通過が遮断される。電源出力端子から進入した信号のうち、コモンモード信号は、コモンモード信号検出回路によって取り出され、コモンモード信号出力端子から出力される。電源出力端子から進入した信号のうち、ノーマルモード信号は、ノーマルモード信号検出回路によって取り出され、ノーマルモード信号出力端子から出力される。この結果、コモンモード信号およびノーマルモード信号がそれぞれ独立に検出される。

[0020] 本発明の信号検出装置では、コモンモード信号検出回路の入力端に設けられた第1のスイッチと、ノーマルモード信号検出回路の入力端に設けられた第2のスイッチとをさらに備えるようにしてもよい。また、電源出力端子と信号遮断回路との間の電源電圧に含まれるコモンモード信号とノーマルモード信号とを混在した状態で出力する混合信号出力端子をさらに備えるようにしてもよい。

[0021] 本発明の信号検出装置では、ノーマルモード信号検出回路が、電源電圧を遮断する第1のハイパスフィルタと、ハイパスフィルタを通過した信号からコモンモード信号を除去するコモンモード信号相殺回路とを含むようにすることが好ましい。この場合には、コモンモード信号相殺回路が、第1および第2の導電線に設けられ第1および第2の導電線の間相互インダクタンスを発生させる第1の相互インダクタンス素子と、第1および第2の導電線の間相互インダクタンス素子とに設けられ電源入力端子から入力された電源電圧に含まれるコモンモード信号を検出してその位相を反転させる検出反転回路と、検出反転回路により位相が反転された反転信号を第1の相互インダクタンス素子に注入する注入回路とを含むようにすることが可能である。ここで、第1の相互インダクタンス素子が、第1の導電線に挿入された第1の巻線と、第2の導電線に挿入されて第1の巻線と結合する第2の巻線とを含み、注入回路が、第1の相互インダクタンス素子との間で相互インダクタンスが発生するように第1の相互インダクタンス素子に結合された第3の巻線を含み、検出反転回路が、第1および第2の導電線の間相互インダクタンス素子とに直列接続された第1および第2のコンデンサを含むようにすると共に、第3の巻線の一端を第1および第

2のコンデンサの相互接続点に接続し、他端を接地に接続するように構成することが可能である。さらに、コモンモード信号相殺回路が、検出反転回路と注入回路との間の第1および第2の導電線に、コモンモード信号に対するインピーダンス素子として機能する第2の相互インダクタンス素子を備えるようにすることが好ましい。

[0022] 本発明の信号検出装置では、コモンモード信号検出回路が、信号のみを通過させる第2のハイパスフィルタと、ハイパスフィルタを通過した信号からノーマルモード信号を除去するノーマルモード信号相殺回路とを含むようにすることが好ましい。この場合には、ノーマルモード信号相殺回路が、第1および第2の導電線に設けられ第1および第2の導電線の間に相互インダクタンスを発生させる第3の相互インダクタンス素子と、第1の導電線に接続され第1の導電線の電源電圧に含まれるノーマルモード信号を検出してその位相を反転させると共にその反転信号を第3の相互インダクタンス素子を介して第1の導電線に注入する検出反転注入回路と、検出反転注入回路の第1の導電線への接続位置と第3の相互インダクタンス素子との間において第1の導電線に設けられノーマルモード信号の波高値を低減するインピーダンス素子とを含むように構成することが可能である。ここで、第3の相互インダクタンス素子が、第1の導電線に挿入された第4の巻線と、一端が第2の導電線に接続され第4の巻線と相互結合する第5の巻線とを含み、検出反転注入回路が、第1の導電線と第5の巻線の他端との間に接続された第3のコンデンサを含み、インピーダンス素子が、第1の導電線に挿入された第6の巻線を含むように構成することが可能である。

[0023] なお、本発明における文言の意義は以下の通りである。

[0024] 「信号」は、これが不要または有害とされる場合には、雑音(ノイズ)となるものである。「コモンモード信号」とは、2本の導電線を同じ位相で伝搬する信号をいい、「ノーマルモード信号」とは、2本の導電線によって伝送されて2本の導電線の間で電位差を生じさせる信号をいう。

[0025] 「電源供給源」は、電源電圧を供給する電源であり、通常は商用電源が相当するが、自家発電による電源も含まれる。なお、電源電圧は、通常は交流電圧であるが、直流電圧であってもよい。「被測定機器」は、信号の発生源として測定対象となる電気機器である。

- [0026] 「信号遮断回路」は、電源電圧は伝達させるが、信号の伝達を遮断するフィルタである。「コモンモード信号出力端子」、「ノーマルモード信号出力端子」および「混合信号出力端子」は、例えばスペクトルアナライザ等の信号測定機に接続される端子である。
- [0027] 本発明の信号検出装置によれば、信号遮断回路によって測定系（信号検出回路側）と電源側との間での信号の伝達を遮断した上で、被測定機器で発生した信号のうちのコモンモード信号をコモンモード信号検出回路によって取り出してコモンモード信号出力端子から出力すると共に、信号のうちのノーマルモード信号をノーマルモード信号検出回路によって取り出してノーマルモード信号出力端子から出力するようにしたので、コモンモード信号およびノーマルモード信号をそれぞれ独立に検出することができる。その結果、ノイズ発生の原因解析を精細かつ的確に行うための情報を得ることができ、パワーエレクトロニクス研究開発技術者にとって極めて有用な雑音端子電圧試験用の開発ツールを提供することができる。
- [0028] 特に、コモンモード信号検出回路およびノーマルモード信号検出回路の各入力端に、それぞれ、第1のスイッチおよび第2のスイッチを設けるようにした場合には、一方での測定中に他方の回路が悪影響を及ぼすことを防止することも可能になるので、より正確な信号レベル検出が可能になる。
- [0029] また、コモンモード信号相殺回路を用いてノーマルモード信号検出回路を構成し、またはノーマルモード信号相殺回路を用いてコモンモード信号検出回路を構成した場合には、LC共振回路を用いた場合に比べて回路の小型・軽量化を図ることができるので、電波暗室以外の任意の場所（実験室等の開発現場）でも簡便に利用することができるポータブル性を有する信号検出装置を得ることができる。
- [0030] また、前段のハイパスフィルタによって電源周波数成分を取り除くようにした場合には、後段のコモンモード信号相殺回路やノーマルモード信号相殺回路の設計の際に、高周波信号の除去のみを考慮すればよいので、コモンモード信号相殺回路やノーマルモード信号相殺回路のさらなる小型化が可能であり、よりコンパクトな信号検出装置を得ることができる。
- [0031] また、コモンモード信号相殺回路の検出反転回路と注入回路との間の第1および

第2の導電線に、コモンモード信号に対するインピーダンス素子として機能する第2の相互インダクタンス素子を設けるようにした場合には、コモンモード信号をより効果的に除去することができる。

図面の簡単な説明

[0032] [図1]本発明の一実施の形態に係る信号検出装置の全体構成を表すブロック図である。

[図2]図1に示した信号検出装置における信号抑止フィルタの構成を示す回路図である。

[図3]図2に示した信号抑止フィルタの主要な機能を説明するための図である。

[図4]図1に示した信号検出装置における信号分離フィルタの構成を示す回路図である。

[図5]図1に示した信号検出装置におけるコモンモード信号検出回路の構成を示す機能ブロック図である。

[図6]図1に示した信号検出装置におけるコモンモード信号検出回路の構成を示す回路図である。

[図7]図1に示した信号検出装置におけるノーマルモード信号検出回路の構成を示す回路図である。

[図8]ノーマルモード信号検出回路の変形例を示す回路図である。

[図9]コモンモード信号検出回路の変形例を示す回路図である。

[図10]ノーマルモード信号検出回路の他の変形例を示す回路図である。

[図11]比較例に係るノーマルモード信号抑止フィルタの構成を示す回路図である。

[図12]比較例に係るコモンモード信号抑止フィルタの構成を示す回路図である。

[図13]本実施の形態の信号検出装置に用いられる信号抑止フィルタの特性の一例を表す特性図である。

[図14]本実施の形態の信号検出装置における暗雑音の測定結果を表す図である。

[図15]ノーマルモード信号およびコモンモード信号の双方を電源出力端子に印加したときに信号出力端子に現れるコモンモード信号の測定結果を表す図である。

[図16]ノーマルモード信号およびコモンモード信号の双方を電源出力端子に印加し

たときに信号出力端子に現れるノーマルモード信号の測定結果を表す図である。

[図17]被測定機器の一例としての掃除機から発生する高周波(コモンモード信号およびノーマルモード信号)を、本実施の形態の信号検出装置を用いて測定した場合の測定結果を表す図である。

[図18]従来の雑音端子電圧測定システムの構成を示すブロック図である。

[図19]図18に示した測定装置の構成を示すブロック図である。

発明を実施するための最良の形態

[0033] 以下、本発明を実施するための最良の形態(以下、単に実施の形態という。)について、図面を参照して詳細に説明する。

[0034] 図1は本発明の一実施の形態に係る信号検出装置を表すものである。この信号検出装置2は、高周波信号であるコモンモード信号とノーマルモード信号とを個別に検出することができる機能を備えた小型でポータブルな装置である。なお、「コモンモード信号」とは、後述する電源線21A, 21Bを同じ位相で伝搬する信号であり、「ノーマルモード信号」とは、電源線21A, 21Bによって伝送されて電源線21A, 21B間で電位差を生じさせる信号である。

[0035] この信号検出装置2は、商用電源に接続される電源ケーブル1Cと、接地された筐体1Aと、電源ケーブル1Cが接続された電源入力端子T1と、被測定機器3の電源ケーブル3Aが接続される電源出力端子T2と、図示しないスペクトルアナライザ等の信号測定機に接続される信号出力端子T3〜T5とを備えている。電源入力端子T1からの交流電圧は、1対の電源線21A, 21Bによって電源出力端子T2に導かれ、被測定機器3に供給されるようになっている。

[0036] 信号検出装置2はまた、電源入力端子T1に接続された電源線21A, 21Bに設けられた信号抑止フィルタ22と、信号抑止フィルタ22と電源出力端子T2との間の電源線21A, 21Bに設けられた信号分離フィルタ23とを備えている。ここで、「信号抑止フィルタ22」および「信号分離フィルタ23」が、本発明における信号遮断回路の一具体例に対応する。

[0037] 信号検出装置2はさらに、電源出力端子T2と信号出力端子T3との間に設けられたコモンモード信号検出回路25と、電源出力端子T2と信号出力端子T4との間に設け

られたノーマルモード信号検出回路26と、電源出力端子T2と信号出力端子T5との間に設けられた線路変換回路27とを備えている。コモンモード信号検出回路25の入力端(電源出力端子T2側)にはスイッチS1が設けられ、ノーマルモード信号検出回路26の入力端(電源出力端子T2側)にはスイッチS2が設けられ、線路変換回路27の入力端(電源出力端子T2側)にはスイッチS3が設けられている。ここで、スイッチS1, S2が、それぞれ、本発明における「第1のスイッチ」および「第2のスイッチ」の一具体例に対応する。なお、スイッチS3は、例えば、トルグスイッチやロータリースイッチを用いて構成され、各線路に対して、非連動に動作し得るようになっている。具体的には、一方のラインノイズを測定する際は他方のラインを開放状態にすることができ、更に、電源出力端子T3, T4を用いてノイズ測定を行う際のために両ラインを同時に開放状態とすることもできるよう構成されている。

[0038] 信号抑止フィルタ22は、電源入力端子T1から入力された電源電圧に含まれる信号を抑止するためのものであり、信号分離フィルタ23は、電源出力端子T2と信号抑止フィルタ22との間での信号の伝達を阻止するためのものである。

[0039] コモンモード信号検出回路25は、スイッチS1が閉じられることにより、電源出力端子T2と信号分離フィルタ23との間の電源線21A, 21Bにおける電源電圧に含まれる信号からコモンモード信号を取り出し、信号出力端子T3から出力するようになっている。ノーマルモード信号検出回路26は、スイッチS2が閉じられることにより、電源出力端子T2と信号分離フィルタ23との間の電源線21A, 21Bにおける電源電圧に含まれる信号からノーマルモード信号を取り出し、信号出力端子T4から出力するようになっている。線路変換回路27は、スイッチS3が閉じられることにより、電源出力端子T2と信号分離フィルタ23との間の電源線21A, 21B上の電源電圧に含まれるコモンモード信号およびノーマルモード信号の混在信号を不平衡信号に変換して信号出力端子T5から出力するもので、例えばコモンモード信号検出回路25に含まれる線路変換回路(後述する図5の線路変換回路257)と同様に構成されている。ここで、信号出力端子T3, T4が、それぞれ、本発明における「コモンモード信号出力端子」、「ノーマルモード信号出力端子」の一具体例に対応する。

[0040] 図2は信号抑止フィルタ22の回路構成の一例を表し、図3は信号抑止フィルタ22

の機能のうち、コモンモード信号相殺回路221に係る部分を表すものである。この信号抑止フィルタ22は、電源入力端子T1に近い側の端子X1A, X1Bと、電源入力端子T1から遠い側の端子X2A, X2Bとの間に設けられたコモンモード信号相殺回路221、ノーマルモード信号抑止回路222およびコモンモード信号抑止回路223を備えている。

- [0041] コモンモード信号相殺回路221は、電源線21A, 21B間に設けられた検出反転回路224と、検出反転回路224に隣接して電源線21A, 21Bに設けられたインピーダンス素子としてのインダクタンス素子225と、インダクタンス素子225に関して検出反転回路224とは反対側の電源線21A, 21Bに設けられたインダクタンス素子226と、インダクタンス素子226との間に相互インダクタンスを発生させるように構成された巻線L11Cとを含んで構成されている。
- [0042] 検出反転回路224は、電源線21Aと電源線21Bとの間に直列接続されたコンデンサC10, C11からなり、電源入力端子T1から入力された電源電圧に含まれるコモンモード信号を検出してその位相を反転させるようになっている。ここで、コンデンサC10, C11が、本発明における「第1および第2のコンデンサ」の一具体例に対応する。
- [0043] インダクタンス素子225は、電源線21Aに挿入された巻線L10Aと、電源線21Bに挿入された巻線L10Bと、コアL10Cとからなり、電源線21A, 21B間に相互インダクタンスを発生させることにより、コモンモード信号に対するインピーダンス素子として機能するものである。このインダクタンス素子225の存在により、コモンモード信号をより効果的に減衰させることができると共に、その位相を遅延させて、検出反転回路224から巻線L11Cに注入される反転信号との位相差が180度になりやすくすることができる。
- [0044] インダクタンス素子226は、電源線21Aに挿入された巻線L11Aと、電源線21Bに挿入された巻線L11Bと、コアL11Dとからなり、電源線21A, 21B間に相互インダクタンスを発生させるようになっている。ここで、インダクタンス素子226が、本発明における「第1の相互インダクタンス素子」の一具体例に対応し、インダクタンス素子225が、本発明における「第2の相互インダクタンス素子」の一具体例に対応する。また、巻線L11A, L11Bが、本発明における「第1および第2の巻線」の一具体例に対応する。

- 。
- [0045] 巻線L11Cは、コアL11Dを共用するように巻設され、検出反転回路224により検出されて位相が反転された反転信号をインダクタンス素子226の巻線L11A, L11Bに注入する注入回路として機能するようになっている。巻線L10Cの一端は検出反転回路224におけるコンデンサC10, C11の相互接続点に接続され、他端は接地に接続されている。ここで巻線L11Cが、本発明における「第3の巻線」の一具体例に対応する。
- [0046] このような構成のコモンモード信号相殺回路221では、検出反転回路224によって端子X1A, X1Bから電源線21A, 21B上を伝播してくるコモンモード信号を検出し、これを反転した上で巻線L11Cを介してインダクタンス素子226の巻線L11A, L11Bに注入して、電源線21A, 21B上のコモンモード信号をキャンセルすることにより、コモンモード信号を除去することができるようになっている。
- [0047] ノーマルモード信号抑止回路222は、検出反転回路224と端子X1A, X1Bとの間における電源線21A, 21B間に設けられたコンデンサC12と、インダクタンス素子226と端子X1A, X1Bとの間における電源線21A, 21B間に設けられたコンデンサC13とを含む。これらのコンデンサC12, C13は、インダクタンス素子225, 226の巻線L10A, L10B, L11A, L11Bの洩れ(リーケージ)インダクタンスと協働して、ノーマルモード信号を抑止する π 型ノーマルモードフィルタとして作用する。ここで、コンデンサC12, C13は、通常、Xキャパシタと呼ばれるもので、本発明における「第3および第4のコンデンサ」の一具体例に対応する。
- [0048] コモンモード信号抑止回路223は、インダクタンス素子226と端子X2A, X2Bとの間における電源線21A, 21B間に直列接続されたコンデンサC14, C15により構成される。コンデンサC14, C15の相互接続点は接地に接続されている。これらのコンデンサC14, C15が協働して、特に高域におけるコモンモード信号を抑止するようになっている。ここで、コンデンサC14, C15は、通常、Yキャパシタと呼ばれるもので、本発明における「第5および第6のコンデンサ」の一具体例に対応する。
- [0049] 図4は信号分離フィルタ23の回路構成の一例を表すものである。この信号分離フィルタ23は、信号抑止フィルタ22と電源出力端子T2との間の電源線21A, 21Bにお

いて信号抑止フィルタ22に隣接して設けられたインピーダンス回路231と、このインピーダンス回路231と端子X3A, X3Bとの間の電源線21A, 21Bに設けられたインピーダンス回路232とを備えている。端子X3A, X3Bは、電源出力端子T2に近い側の端子である。

[0050] インピーダンス回路231は、電源線21Aに挿入された巻線L15と、電源線21Bに挿入された巻線L16とを含み、ノーマルモード信号に対して高いインピーダンスを示すようになっている。インピーダンス回路232は、電源線21Aに挿入された巻線L14Aと、電源線21Bに挿入された巻線L14Bと、コアL14Cとを含むインダクタンス素子L14からなる。巻線L14Aと巻線L14Bとは相互結合して、電源線21A, 21B間に相互インダクタンスを発生させ、コモンモード信号に対して高いインピーダンスを示すようになっている。ここで、インピーダンス回路231, 232が、本発明における「第1および第2のインピーダンス素子」の一具体例に対応し、巻線L15, L16が、本発明における「第4, 第5の巻線」の一具体例に対応し、インダクタンス素子L14が、本発明における「第3の相互インダクタンス素子」の一具体例に対応する。

[0051] 信号抑止フィルタ22には、図2に示したように、コンデンサC13やコンデンサC14, C15が配置されているので、この信号抑止フィルタ22を電源出力端子T2に接続すると、被測定機器3の発生する信号(雑音)が、これらのコンデンサC13, C14, C15の影響を受ける(つまり、検出対象である雑音が吸いこまれてしまう)。このため信号分離フィルタ23の設置が必要となる。

[0052] 電源出力端子T2(すなわち、被測定機器3)との信号分離が成立するためには、次の関係が必要となる。(1)式は、ノーマルモード信号の分離に必要な条件であり、(2)式はコモンモード信号の分離に必要な条件である。

$$[0053] \quad Z(\omega \cdot L15 + \omega \cdot L16) \geq 1 / (\omega \cdot [C13]) \cdots (1)$$

$$Z(\omega \cdot L14A + \omega \cdot L14B) \geq 1 / (\omega \cdot ([C14] + [C15])) \cdots (2)$$

これらの式で、 $Z(\omega \cdot L15 + \omega \cdot L16)$ は、巻線L15, L16によるインピーダンスの値であり、 $Z(\omega \cdot L14A + \omega \cdot L14B)$ は、巻線L14A, L14Bによるインピーダンスの値である。また、 $[C13]$, $[C14]$, $[C15]$ は、それぞれ、コンデンサC13, C14, C15の容量値である。なお、 $\omega = 2\pi f$ (f は周波数)である。

- [0054] 図5はコモンモード信号検出回路25の回路構成を表し、図6はそのうちの要部(ノーマルモード信号相殺回路)の一具体例を表すものである。このコモンモード信号検出回路25は、電源出力端子T2側の端子X4A, X4Bと信号出力端子T3との間の電源線21A, 21Bに、順次設けられたハイパスフィルタ250、ノーマルモード信号相殺回路251および線路変換回路257を備えている。ここで、ハイパスフィルタ250が、本発明における「第2のハイパスフィルタ」の一具体例に対応し、ノーマルモード信号相殺回路251が、本発明における「ノーマルモード信号相殺回路」の一具体例に対応する。
- [0055] ハイパスフィルタ250は、電源線21A, 21Bを伝送されてくる高周波成分である信号を通過させると共に低周波成分である電源電圧を遮断するためのもので、図6に示したように、電源線21A, 21Bにそれぞれ挿入されたコンデンサC31, C32を含む。線路変換回路257は、電源線21A, 21Bからなる平衡線路を不平衡線路に変換するためのもので、両端が電源線21A, 21Bにそれぞれ接続され中間点が接地された巻線L14Aと、一端が接地され他端が信号出力端子T3に接続された巻線L14Bと、コア14Cとを含んで構成されている。
- [0056] ノーマルモード信号相殺回路251は、ハイパスフィルタ250を通過した信号からノーマルモード信号を除去してコモンモード信号のみを通過させるもので、インダクタンス素子252と、検出反転注入回路253と、インピーダンス素子254とを含む。ここで、インダクタンス素子252が、本発明における「第3の相互インダクタンス素子」の一具体例に対応し、インピーダンス素子254が、本発明における「インピーダンス素子」の一具体例に対応し、検出反転注入回路253が、本発明における「検出反転注入回路」の一具体例に対応する。
- [0057] インダクタンス素子252は、一端が端子X5Aに接続されるようにして電源線21Aに挿入された巻線L12Aと、一端が電源線21Bを介して端子X5Bに接続された巻線L12Bと、コア12Cとを含み、電源線21A, 21B間に相互インダクタンスを発生させる相互インダクタンス素子として機能する。検出反転注入回路253は、図6に示したように、ハイパスフィルタ250のコンデンサC31の一端Bと巻線L12Bの他端との間に接続されたコンデンサC22を含んで構成される。インピーダンス素子254は、コンデン

サC31の一端Bと巻線L12Aの他端との間の電源線21Aに挿入された巻線L13Aと、コアL13Cとからなるインダクタンス素子L13を含む。ここで、巻線L12A、L12B、L13Aが、本発明における「第4〜第6の巻線」の一具体例に対応する。コンデンサC2が、本発明における「第3のコンデンサ」の一具体例に対応する。

[0058] このような構成のノーマルモード信号相殺回路251では、ハイパスフィルタ250の出力側の電源線21Aからノーマルモード信号を検出し、これを反転した上でインダクタンス素子252の巻線L12Bに注入して巻線L12A側(電源線21A側)のノーマルモード信号をキャンセルすることにより、ノーマルモード信号を除去することができるようになっている。なお、インピーダンス素子254は、電源線21Aから巻線L12Aに伝達するノーマルモード信号を減衰させると共に、その位相を遅延させて、検出反転注入回路253から巻線L12Bに注入される反転信号との位相差が180度になりやすくするために設けられる。

[0059] 図7はノーマルモード信号検出回路26の回路構成を表すものである。このノーマルモード信号検出回路26は、電源出力端子T2側の端子X6A、X6Bと信号出力端子T4側の端子X7A、X7Bとの間の電源線21A、21Bに順次設けられたハイパスフィルタ260、コモンモード信号相殺回路261および線路変換回路267を備える。

[0060] ハイパスフィルタ260は、電源線21A、21Bを伝送されてくる高周波成分である信号を通過させると共に低周波成分である電源電圧を遮断するためのもので、電源線21A、21Bにそれぞれ挿入されたコンデンサC41、C42を含む。線路変換回路267は、コモンモード信号検出回路25に含まれる線路変換回路257(図5)と同様の機能を有するもので、両端が電源線21A、21Bにそれぞれ接続され中間点が接地された巻線L22Aと、一端が接地され他端が信号出力端子T4に接続された巻線L22Bと、コア22Cとを含んで構成されている。ここで、ハイパスフィルタ260が、本発明における「第1のハイパスフィルタ」の一具体例に対応し、コモンモード信号相殺回路261が、本発明における「コモンモード信号相殺回路」の一具体例に対応する。

[0061] コモンモード信号相殺回路261は、ハイパスフィルタ260を通過した信号からコモンモード信号を除去してノーマルモード信号のみを通過させるもので、インダクタンス素子262と、検出反転回路263と、注入回路としての巻線L21Cとを含む。なお、このコ

モンモード信号相殺回路261の基本構成は、インダクタンス素子225を持たない点を除き、図2に示した信号抑止フィルタ22におけるコモンモード信号相殺回路221と同様である。ここで、インダクタンス素子262が、本発明における「第1の相互インダクタンス」の一具体例に対応し、検出反転回路263が、本発明における「検出反転回路」の一具体例に対応する。

[0062] インダクタンス素子262は、電源線21A, 21Bにそれぞれ挿入された巻線L21A, L21Bと、コアL21Dとを含む。巻線L21A, L21Bの各一端は、それぞれ、端子X7A, X7Bに接続されている。検出反転回路263は、電源線21A, 21B間に直列接続されたコンデンサC20, C21を含む。巻線L21Cは、インダクタンス素子262のコアL21Dを共芯として巻設され、その一端はコンデンサC20, C21の相互接続点に接続され、他端は接地接続されている。巻線L21Cは、巻線L21A, L21Bとの間に相互インダクタンスを発生させるようになっている。ここで、巻線L21A, L21B, L21Cが、それぞれ、本発明における「第1、第2および第3の巻線」の一具体例に対応し、巻線L21Cが、本発明における「注入回路」の一具体例に対応する。コンデンサC20, C21が、本発明における「第1、第2のコンデンサ」の一具体例に対応する。

[0063] このような構成のコモンモード信号相殺回路261では、検出反転回路263によって、ハイパスフィルタ260の出力側の電源線21A, 21Bを伝播してくるコモンモード信号を検出し、これを反転した上で巻線L21Cを介してインダクタンス素子262の巻線L21A, L21Bに注入して、電源線21A, 21B上のコモンモード信号をキャンセルすることにより、コモンモード信号を除去することができるようになっている。

[0064] 次に、以上のような構成の信号検出装置の動作を説明する。

[0065] 図示しない電源からの交流電圧は、電源入力端子T1から信号検出装置2に入力され、1対の電源線21A, 21Bによって電源出力端子T2に導かれて被測定機器3に供給される。このとき、信号抑止フィルタ22は、電源入力端子T1から入力された電源電圧に含まれる高周波信号(コモンモード信号およびノーマルモード信号の双方を含む、いわゆる雑音)を抑止し、電源周波数の交流電圧成分のみを通過させる。したがって、被測定機器3には、高周波信号を含まないクリーンな交流電圧が供給され、被測定機器3は、この交流電圧に基づいて動作する。

- [0066] 被測定機器3は、その動作過程において、様々な周波数の高周波信号(コモンモード信号およびノーマルモード信号の双方を含む、いわゆる雑音)を発生する。この高周波信号は、電源出力端子T2から信号検出装置2に進入し、電源線21A, 21Bを伝搬する。このとき、信号分離フィルタ23は、電源出力端子T2からの高周波信号が信号抑止フィルタ22に伝達されるのを阻止する。このため、信号抑止フィルタ22に吸収されて、検出対象である高周波信号のレベルが低下することが防止される。
- [0067] コモンモード信号検出回路25は、スイッチS1が閉じられることにより、電源出力端子T2から進入した電源線21A, 21B上の高周波信号のうちのノーマルモード信号を抑止し、コモンモード信号のみを取り出して信号出力端子T3から出力する。ノーマルモード信号検出回路26は、スイッチS2が閉じられることにより、電源出力端子T2から進入した電源線21A, 21B上の高周波信号のうちのコモンモード信号を抑止し、ノーマルモード信号のみを取り出して信号出力端子T4から出力する。また、信号出力端子T5は、スイッチS1, S2が共に開いた状態のときに、電源出力端子T2から進入した電源線21A, 21B上のコモンモード信号およびノーマルモード信号の混合信号を出力する。
- [0068] コモンモード信号を検出するときには、スイッチS2をオフ(開放)状態とすることが好ましい。スイッチS2をオン(接続)状態にしておくと、検出対象であるコモンモード信号がノーマルモード信号検出回路26にも入力され、ここで除去される結果、コモンモード信号検出回路25におけるコモンモード信号の検出レベルが低下するからである。同様に、ノーマルモード信号を検出するときには、スイッチS1をオフ状態とすることが好ましい。スイッチS1をオン状態にしておくと、検出対象であるノーマルモード信号がコモンモード信号検出回路25にも入力され、ここで除去される結果、ノーマルモード信号検出回路26におけるノーマルモード信号の検出レベルが低下するからである。コモンモード信号およびノーマルモード信号の混合信号を信号出力端子T4から検出する場合に、上記のようにスイッチS1, S2を共にオフ状態にするのも同様の理由による。
- [0069] 但し、コモンモード信号を検出するとき、スイッチS2をオン状態としていても、コモンモード信号検出回路25によってコモンモード信号を検出できなくなるわけではない

し、ノーマルモード信号を検出するときに、スイッチS1をオン状態としていても、ノーマルモード信号検出回路26によってノーマルモード信号を検出できなくなるわけではない。コモンモード信号およびノーマルモード信号の混合信号を信号出力端子T4から検出するときに、スイッチS1, S2のいずれか一方または両方をオン状態にしても、混合信号を検出できなくわけではない。これらのいずれの場合にも、検出レベルは低くなるものの、どのような周波数帯に信号が存在するかという周波数分布や、周波数ごとの信号の相対レベルを知ることは可能である。

[0070] 次に、各部の動作を説明する。

[0071] 図2に示した信号抑止フィルタ22は次のように動作する。

[0072] 信号抑止フィルタ22のコモンモード信号相殺回路221では、端子X1A, X1Bから電源線21A, 21B上を伝播してくるコモンモード信号を検出反転回路224によって検出し、これを反転した上で巻線L11Cを介してインダクタンス素子226の巻線L11A, L11Bに注入することにより、電源線21A, 21B上のコモンモード信号をキャンセルし、コモンモード信号を除去する。検出反転回路224とインダクタンス素子226の間には、コモンモード信号に対するインピーダンス素子としてのインダクタンス素子225が配置されているので、コモンモード信号をより効果的に減衰させることができると共に、その位相を遅延させて、検出反転回路224から巻線L11Cに注入される反転信号との位相差が180度になるようにすることができる。

[0073] ノーマルモード信号抑止回路222では、コンデンサC12, C13が、インダクタンス素子225, 226のリーケージインダクタンスと協働して π 型ノーマルモードフィルタとして機能し、ノーマルモード信号を抑止する。

[0074] コモンモード信号抑止回路223では、コンデンサC14, C15が協働して、特に高域におけるコモンモード信号を抑止する。したがって、コモンモード信号相殺回路221で高域のコモンモード信号が抑止しきれなかったとしても、これを後段のコモンモード信号抑止回路223が抑止するので、広い帯域でコモンモード信号を抑止することが可能となる。

[0075] このように、本実施の形態の信号抑止フィルタ22では、例えば図11に示した一般的なノーマルモード信号抑止フィルタ122Aや図12に示した一般的なコモンモード

信号抑止フィルタ122Bを用いた場合に比べて、より広い帯域での信号抑止が可能である。図11および図12に示したフィルタはいずれもLC共振を利用したものである。周波数依存性が強いのに対し、本実施の形態の信号抑止フィルタ22では、原理的に、周波数にかかわらずコモンモード信号とその反転信号とを相殺させることにより信号を抑止するコモンモード信号相殺回路221を使用しているからである。

[0076] また、仮に図11、図12に示したLCフィルタを用いて広帯域の信号抑止特性を得ようとした場合には、従来例として説明した図19の場合と同様に巨大な空芯コイルを用いざるを得ないので、装置が相当大型化することが考えられる。これに対して、本実施の形態の信号抑止フィルタ22では、コモンモード信号相殺回路221がLC共振回路ではないので、インダクタンス素子225やインダクタンス素子226のコアL10C, L11Dとしてフェライトコアを使用でき、広帯域の信号抑止特性を確保しつつ装置の小型化が可能である。

[0077] なお、図11に示したノーマルモード信号抑止フィルタ122Aは、電源線21A, 21Bにそれぞれ挿入されたインダクタンス素子L61, L62と、インダクタンス素子L61, L62の両側位置で電源線21A, 21B間に設けられたコンデンサC61, C62とからなるものである。また、図12に示したコモンモード信号抑止フィルタ122Bは、電源線21A, 21Bにそれぞれ挿入された巻線L71A, L71BおよびコアL71Cよりなる相互インダクタンス素子L71と、電源線21A, 21B間に直列接続されたコンデンサC71, C72とからなるものである。

[0078] 図4に示した信号分離フィルタ23は次のように動作する。

[0079] 信号分離フィルタ23では、インピーダンス回路231は、上記した(1)式を満たすことによりノーマルモード信号に対して高いインピーダンスを示し、インピーダンス回路232は、(2)式を満たすことにより、コモンモード信号に対して高いインピーダンスを示す。この結果、被測定機器3の発生するコモンモード信号およびノーマルモード信号を含む高周波信号が信号抑止フィルタ22におけるコンデンサC13, C14, C15によって吸いこまれてしまうのを阻止することができる。

[0080] 図5および図6に示したコモンモード信号検出回路25は次のように動作する。

[0081] コモンモード信号検出回路25では、ハイパスフィルタ250が、電源線21A, 21Bを

伝送されてくる高周波成分である信号を通過させると共に低周波成分である電源電圧を遮断する。ノーマルモード信号相殺回路251は、ハイパスフィルタ250を通過した信号からノーマルモード信号を除去してコモンモード信号のみを通過させる。より具体的には、検出反転注入回路253(コンデンサC22)によって、ハイパスフィルタ250の出力側の電源線21Aからノーマルモード信号を検出し、これを反転した上でインダクタンス素子252の巻線L12Bに注入して巻線L12A側(電源線21A側)のノーマルモード信号をキャンセルすることにより、ノーマルモード信号を除去する。このとき、インピーダンス素子254(インダクタンス素子L13)は、電源線21Aから巻線L12Aに伝達するノーマルモード信号を減衰させると共に、その位相を遅延させて、検出反転注入回路253から巻線L12Bに注入される反転信号との位相差が180度になるように作用するので、信号同士のキャンセルが十分に行われる。

[0082] このコモンモード信号検出回路25では、前段のハイパスフィルタ250によって電源周波数成分をデカップリング(除去)するようにしているので、後段の回路は高周波信号(ノーマルモード信号)の除去のみを考慮して設計すればよい。このため、インダクタンス素子252のコアL12Cとしてフェライトコアを使用することができ、図11に示したノーマルモード信号抑止フィルタ122Aに比べて小型化が可能である。

[0083] 図7に示したノーマルモード信号検出回路26は次のように動作する。

[0084] ノーマルモード信号検出回路26では、ハイパスフィルタ260が、電源線21A, 21Bを伝送されてくる高周波成分である信号を通過させると共に低周波成分である電源電圧を遮断する。コモンモード信号相殺回路261は、ハイパスフィルタ260を通過した信号からコモンモード信号を除去してノーマルモード信号のみを通過させる。より具体的には、検出反転回路263によって、ハイパスフィルタ260の出力側の電源線21A, 21Bを伝播してくるコモンモード信号を検出し、これを反転した上で巻線L21Cを介してインダクタンス素子262の巻線L21A, L21Bに注入して、電源線21A, 21B上のコモンモード信号をキャンセルすることにより、コモンモード信号を除去する。

[0085] このノーマルモード信号検出回路26では、前段のハイパスフィルタ260によって電源周波数成分をデカップリングするようにしているので、後段の回路は高周波信号(コモンモード信号)の除去のみを考慮して設計すればよい。このため、インダクタンス

素子262のコアL21Dとしてフェライトコアを使用することができ、図12に示したコモンモード信号抑止フィルタ122Bに比べて小型化が可能である。

[0086] 次に、図13ー図17を参照して、本実施の形態の信号検出装置における信号検出性能について説明する。

[0087] 図13は、信号抑止フィルタ22の特性の一例を表すものである。横軸は周波数[単位MHz]を示し、縦軸は減衰量[単位dB]を示す。この図から明らかなように、周波数帯150KHzー30MHzにおいて、コモンモード信号(符号CM)およびノーマルモード信号(符号NM)の双方について、60dB以上の減衰量があり、電源供給源の雑音を抑止できることがわかる。

[0088] 図14は、本実施の形態の信号検出装置2を、電波暗室ではなく一般的な測定環境に接地した場合における暗雑音(すなわち、被測定機器3を接続しない状態での雑音)の測定結果を表すものである。横軸は周波数[単位MHz]を示し、縦軸は雑音レベル [単位dB μ V]を示す。この図から明らかなように、周波数帯150KHzー30MHzにおいて、コモンモード信号(符号CM)およびノーマルモード信号(符号NM)の双方について、30dB μ V以下となっており、ポータブルでありながら、雑音端子電圧の測定が充分可能な環境になっていると考えられる。

[0089] 図15は、被測定機器3の発生する雑音を想定し、雑音源からノーマルモード信号およびコモンモード信号の双方を電源出力端子T2に印加した場合における信号出力端子T3に現れるコモンモード信号のレベル(減衰量)を測定した場合の測定結果を表すものである。横軸は周波数[単位MHz]を示し、縦軸は減衰量[単位dB]を示す。周波数帯150KHzー30MHzにおいて、コモンモード信号(符号CM)は減衰なく通過する一方、ノーマルモード信号(符号NM)は60dBの減衰量を得ている。このことから、実用上、十分なモード分離が達成されていることがわかる。

[0090] 図16は、被測定機器3の発生する雑音を想定し、雑音源からノーマルモード信号およびコモンモード信号の双方を電源出力端子T2に印加した場合における信号出力端子T4に現れる信号レベル(減衰量)を測定した場合の測定結果を表すものである。横軸は周波数[単位MHz]を示し、縦軸は減衰量[単位dB]を示す。周波数帯150KHzー30MHzにおいて、ノーマルモード信号(符号NM)は減衰なく通過する一

方、コモンモード信号(符号CM)は60dBの減衰量を得ている。このことから、実用上、十分なモード分離が達成されていることがわかる。

[0091] 図17は、被測定機器3として、ある掃除機を例にとり、本実施の形態の信号検出装置を用いてコモンモード信号およびノーマルモード信号を測定した場合の測定結果を表すものである。横軸は周波数[単位Hz]を示し、縦軸は信号レベル[単位dB]を示す。この図から、周波数帯域によって雑音の発生量が異なることがわかり、研究開発技術者にとって対策すべきことが明らかになる。すなわち、本実施の形態の信号検出装置は、コンパクトかつモバイル可能で有用な開発ツールとしての機能を十分に発揮することが可能である。

[0092] 以上説明したように、本実施の形態によれば、電源入力端子T1に接続された電源線21A, 21Bに、電源電圧に含まれる高周波信号を抑止する信号抑止フィルタ22と、高周波信号の伝達を阻止する信号分離フィルタ23とを直列に設け、電源出力端子T2と信号分離フィルタ23との間の電源電圧に含まれる高周波信号を信号出力端子T3ーT5から出力するようにしたので、電源からの高周波信号を信号抑止フィルタ22および信号分離フィルタ23という2段構成の信号遮断回路によって確実にブロックすることができる。すなわち、信号抑止フィルタ22または信号分離フィルタ23のいずれか一方だけの場合に比べて、信号遮断性能が高くなる。このため、電源ノイズの測定系への影響を排除することができる。

[0093] また、信号抑止フィルタ22と電源出力端子T2との間に高周波信号の伝達を阻止する信号分離フィルタ23を設けるようにしたので、被測定機器3で発生した高周波信号が信号抑止フィルタ22によって吸収されてしまうのを阻止することができ、信号出力端子T3ーT5における信号検出レベルの低下を防ぐことができる。

[0094] また、コモンモード信号抑止手段の要部としてコモンモード信号相殺回路221を含むように信号抑止フィルタ22を構成したので、LC共振を利用してコモンモード信号抑止手段を構成した場合と比べて、回路ひいては信号検出装置の小型化が可能となる。

[0095] また、コモンモード信号相殺回路221の後段に、特に高域においてコモンモード信号を有効に抑止することができるコモンモード信号抑止回路223を設けるようにした

ので、より広い帯域でコモンモード信号を抑止することが可能となる。

[0096] また、コモンモード信号検出回路25とノーマルモード信号検出回路26とを互いに独立に設けるようにしたので、コモンモード信号とノーマルモード信号とを個別に検出することができる。また、コモンモード信号検出回路25およびノーマルモード信号検出回路26の入力端に、スイッチS1, S2をそれぞれ設けるようにしたので、コモンモード信号およびノーマルモード信号のうち一方の信号を測定しているときに、その測定値が、他方の信号を測定するための検出回路の影響を受けることがなく、正確な値を得ることができる。

[0097] [変形例1]

図7に示したノーマルモード信号検出回路26に代えて、図8に示したようなノーマルモード信号検出回路26Aを用いるような変形も可能である。このノーマルモード信号検出回路26Aは、図7のコモンモード信号相殺回路261における検出反転回路263の後段(端子X7A, X7B側)にインダクタンス素子264を加えて、図2に示したコモンモード信号相殺回路221と同様の構成としたものである。インダクタンス素子264は、図2におけるインダクタンス素子225と同じもので、電源線21Aに挿入された巻線L10Aと、電源線21Bに挿入された巻線L10Bと、コアL10Cとを含む。その他の構成は図7の場合と同様である。ここで、コモンモード信号相殺回路261Aが、本発明における「コモンモード信号相殺回路」の他の一具体例に対応し、インダクタンス素子264が、本発明における「第2の相互インダクタンス素子」の一具体例に対応する。

[0098] この変形例では、インダクタンス素子264によって電源線21A, 21B間に相互インダクタンスが発生し、コモンモード信号に対するインピーダンスが高くなるので、コモンモード信号をより効果的に減衰させることができると共に、その位相を遅延させて、検出反転回路263から巻線L21Cに注入される反転信号との位相差が180度になるようにすることができる。

[0099] [変形例2]

また、図5に示したコモンモード信号検出回路25に代えて、図9に示したようなコモンモード信号検出回路25Bを用いるような変形も可能である。このコモンモード信号検出回路25Bは、図5におけるコモンモード信号検出回路25のノーマルモード信号

相殺回路251に代えてノーマルモード信号抑止回路255を備えると共に、線路変換回路257に代えて線路変換回路258を備えている。

[0100] このノーマルモード信号抑止回路255は、ハイパスフィルタ250の出力側の電源線21A, 21Bに、ハイパスフィルタ250に近い方から順に、コンデンサC33と、インダクタンス素子L31と、コンデンサC34とを備えている。コンデンサC33は、電源線21A, 21B間に接続されている。インダクタンス素子L31は、電源線21A, 21Bにそれぞれ挿入された巻線L31A, L31BおよびコアL31Cから構成される。コンデンサC33およびインダクタンス素子L31は、協働して、初段のLCフィルタを構成している。コンデンサC34は、電源線21A, 21B間に接続されている。コンデンサC34およびインダクタンス素子L32は、協働して、次段のLCフィルタを構成している。すなわち、コモンモード信号検出回路25Bは、2段構成のLCフィルタとして機能する。線路変換回路258は、両端が電源線21A, 21Bにそれぞれ接続された巻線L32Aと、コアL32Cとを含んで構成されている。巻線L32Aの中間位置は、信号出力端子T3に接続されている。

[0101] このような構成のコモンモード信号検出回路25Bでは、ハイパスフィルタ250は、電源周波数をカットし、コモンモード信号およびノーマルモード信号の混合信号を通過させる。コモンモード信号検出回路25Bは、この混合信号のうちのノーマルモード信号のみを抑止し、線路変換回路258は、平衡線路を不平衡線路に変換する。これにより、信号出力端子T3にはコモンモード信号のみが現れる。

[0102] [変形例3]

図7に示したノーマルモード信号検出回路26に代えて、図10に示したようなノーマルモード信号検出回路26Bを用いるような変形も可能である。このノーマルモード信号検出回路26Bは、図7におけるノーマルモード信号検出回路26のコモンモード信号相殺回路261に代えて、コモンモード信号抑止回路265を備えている。その他の構成は、図7のノーマルモード信号検出回路26と同様である。

[0103] コモンモード信号抑止回路265は、ハイパスフィルタ260の出力側の電源線21A, 21Bに、インダクタンス素子L41を備える。インダクタンス素子L41は、電源線21A, 21Bにそれぞれ挿入された巻線L41A, L41Bと、コアL41Cとを含んで構成されて

いる。

[0104] このような構成のノーマルモード信号検出回路26Bでは、ハイパスフィルタ260は、電源周波数をカットして、コモンモード信号およびノーマルモード信号の混合信号を通過させる。コモンモード信号抑止回路265は、この混合信号からコモンモード信号のみを選択的に除去する。これにより、信号出力端子T4にはノーマルモード信号のみが現れる。

[0105] 以上、実施の形態および実施例を挙げて本発明を説明したが、本発明はこれらに限定されず、種々の変形が可能である。例えば、上記各実施の形態では、信号出力端子T3、T4のほかに、混合信号を出力するための信号出力端子T5をも設けるようにしたが、これは必ずしも必要はなく、省略してもよい。

請求の範囲

- [1] 電源供給源から電源電圧が入力される電源入力端子と、
被測定機器に接続され、前記電源入力端子から入力された電源電圧を前記被測定機器に出力する電源出力端子と、
前記電源入力端子に接続された第1および第2の導電線に設けられ、前記電源入力端子と前記電源出力端子との間での信号の伝達を遮断する信号遮断回路と、
前記電源出力端子と前記信号遮断回路との間の電源電圧に含まれる信号からコモンモード信号を取り出すコモンモード信号検出回路と、
前記電源出力端子と前記信号遮断回路との間の電源電圧に含まれる信号からノーマルモード信号を取り出すノーマルモード信号検出回路と、
前記コモンモード信号検出回路の出力端に設けられたコモンモード信号出力端子と、
前記ノーマルモード信号検出回路の出力端に設けられたノーマルモード信号出力端子と
を備えたことを特徴とする信号検出装置。
- [2] 前記コモンモード信号検出回路の入力端に設けられた第1のスイッチと、
前記ノーマルモード信号検出回路の入力端に設けられた第2のスイッチと、
をさらに備えたことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の信号検出装置。
- [3] 前記電源出力端子と前記信号遮断回路との間の電源電圧に含まれるコモンモード信号とノーマルモード信号とを混在した状態で出力する混合信号出力端子
をさらに備えたことを特徴とする請求の範囲第2項に記載の信号検出装置。
- [4] 前記ノーマルモード信号検出回路は、
前記電源電圧を遮断する第1のハイパスフィルタと、
前記ハイパスフィルタを通過した信号からコモンモード信号を除去するコモンモード信号相殺回路と
を含んで構成されていることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の信号検出装置。
- [5] 前記コモンモード信号相殺回路は、

前記第1および第2の導電線に設けられ、第1および第2の導電線の上に相互インダクタンスを発生させる第1の相互インダクタンス素子と、

前記第1および第2の導電線の上に設けられ、前記電源入力端子から入力された電源電圧に含まれるコモンモード信号を検出してその位相を反転させる検出反転回路と、

前記検出反転回路により位相が反転された反転信号を前記第1の相互インダクタンス素子に注入する注入回路と

を含んで構成されていることを特徴とする請求の範囲第4項に記載の信号検出装置。

- [6] 前記第1の相互インダクタンス素子は、前記第1の導電線に挿入された第1の巻線と、前記第2の導電線に挿入されて前記第1の巻線と結合する第2の巻線とを含んで構成され、

前記注入回路は、前記第1の相互インダクタンス素子との間で相互インダクタンスが発生するように前記第1の相互インダクタンス素子に結合された第3の巻線を含んで構成され、

前記検出反転回路は、第1および第2の導電線の上に直列接続された第1および第2のコンデンサを含んで構成され、

前記第3の巻線は、一端が前記第1および第2のコンデンサの相互接続点に接続され、他端が接地に接続されている

ことを特徴とする請求の範囲第5項に記載の信号検出装置。

- [7] 前記コモンモード信号相殺回路は、

前記検出反転回路と前記注入回路との間の第1および第2の導電線に、コモンモード信号に対するインピーダンス素子として機能する第2の相互インダクタンス素子をさらに備えたことを特徴とする請求の範囲第5項に記載の信号検出装置。

- [8] 前記コモンモード信号検出回路は、

信号のみを通過させる第2のハイパスフィルタと、

前記ハイパスフィルタを通過した信号からノーマルモード信号を除去するノーマルモード信号相殺回路と

を含んで構成されていることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の信号検出装置。

[9] 前記ノーマルモード信号相殺回路は、

前記第1および第2の導電線に設けられ、第1および第2の導電線の間に相互インダクタンスを発生させる第3の相互インダクタンス素子と、

前記第1の導電線に接続され、第1の導電線の電源電圧に含まれるノーマルモード信号を検出してその位相を反転させると共にその反転信号を前記第3の相互インダクタンス素子を介して前記第1の導電線に注入する検出反転注入回路と、

前記検出反転注入回路の前記第1の導電線への接続位置と前記第3の相互インダクタンス素子との間において前記第1の導電線に設けられ、ノーマルモード信号の波高値を低減するインピーダンス素子と

を含んで構成されていることを特徴とする請求の範囲第8項に記載の信号検出装置。

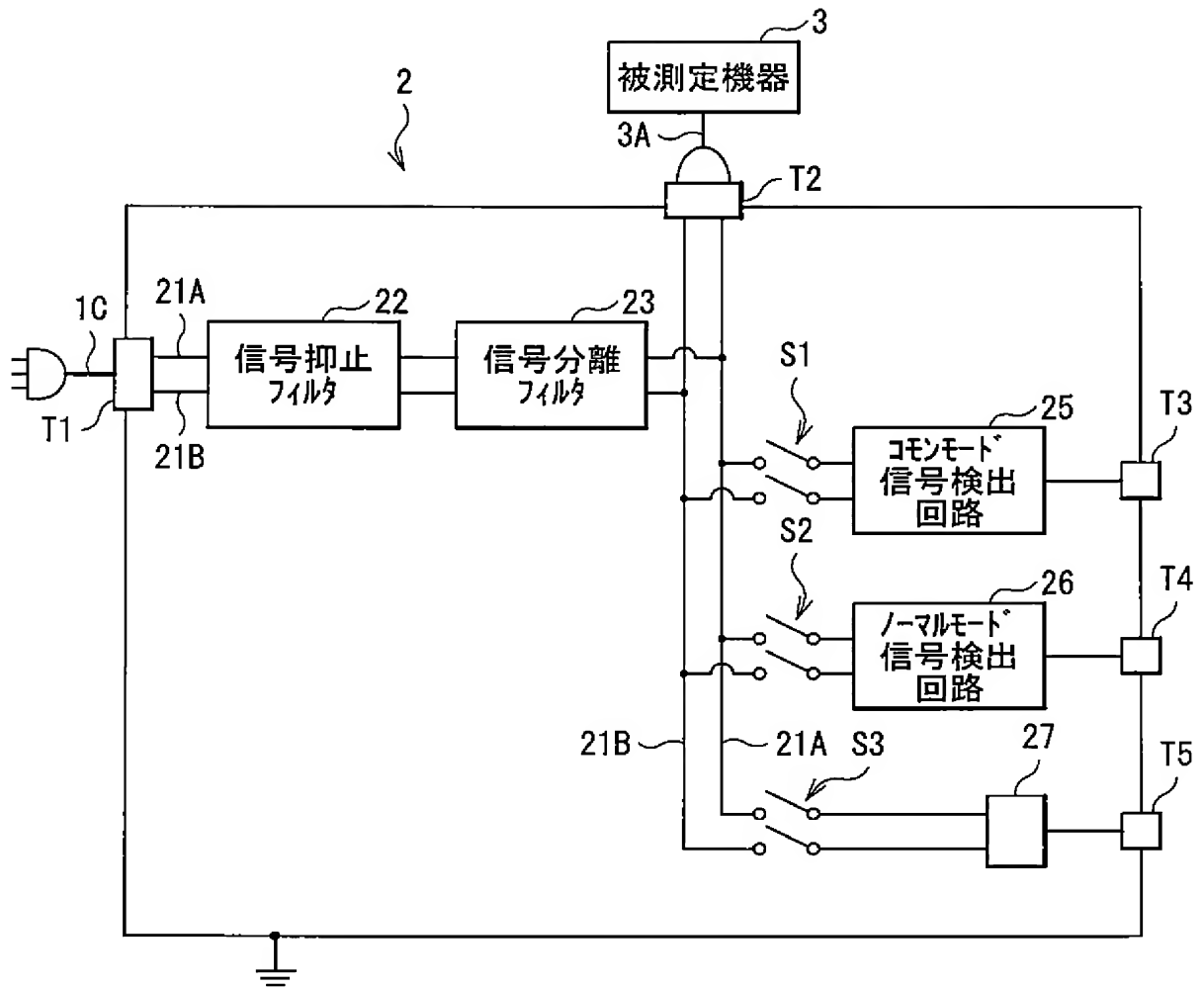
[10] 前記第3の相互インダクタンス素子は、前記第1の導電線に挿入された第4の巻線と、一端が前記第2の導電線に接続され前記第4の巻線と相互結合する第5の巻線とを含んで構成され、

前記検出反転注入回路は、前記第1の導電線と前記第5の巻線他端との間に接続された第3のコンデンサを含んで構成され、

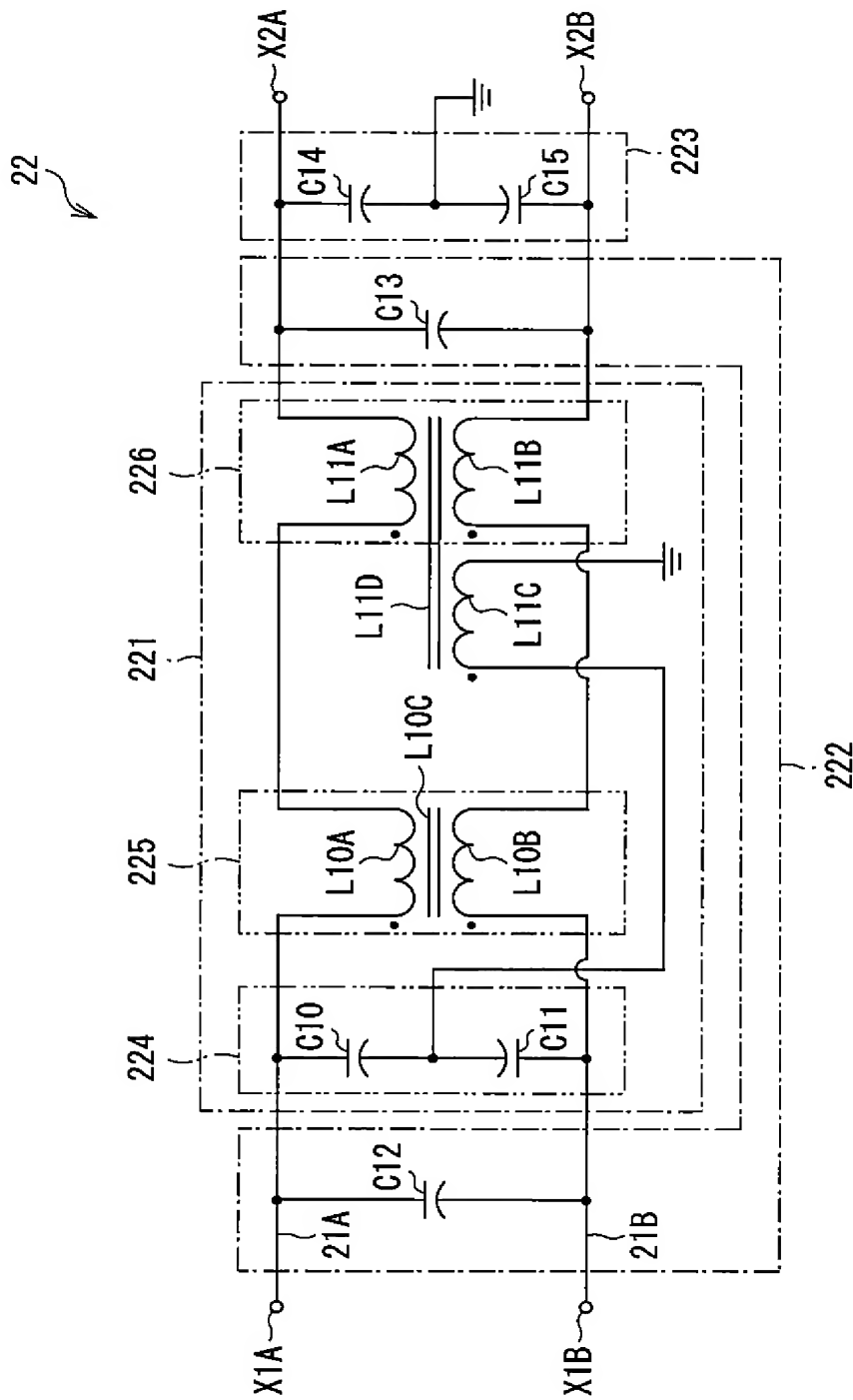
前記インピーダンス素子は、前記第1の導電線に挿入された第6の巻線を含んで構成されている

ことを特徴とする請求の範囲第9項に記載の信号検出装置。

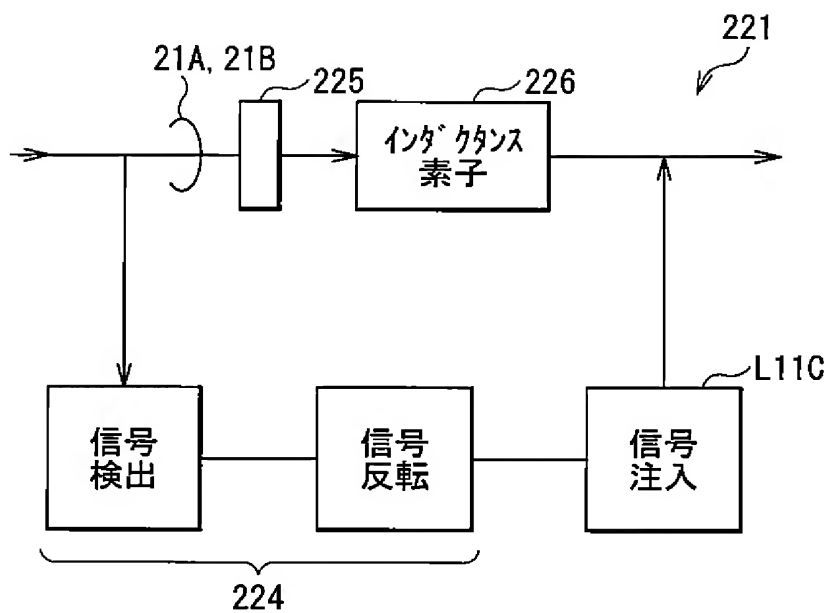
[図1]



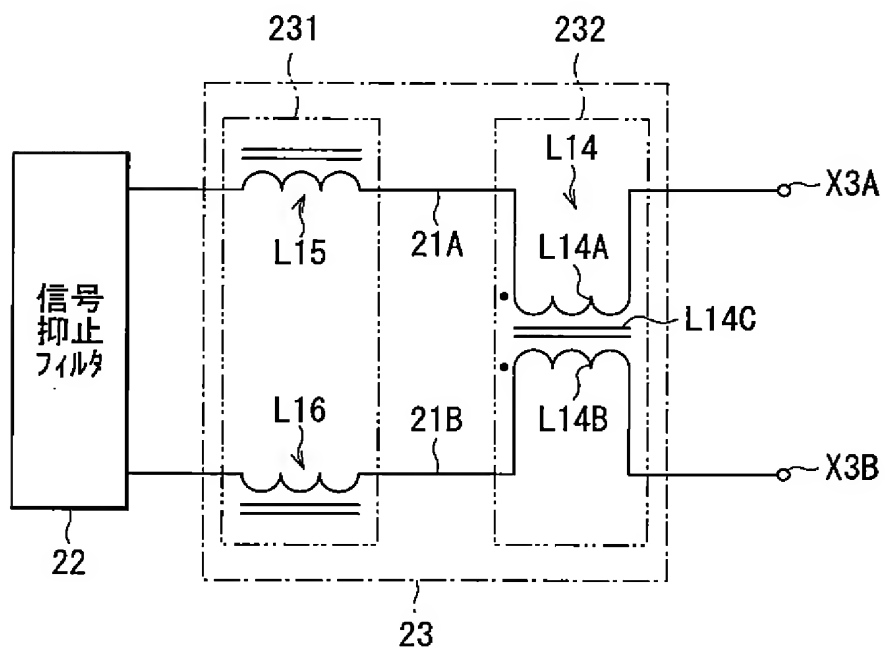
[図2]



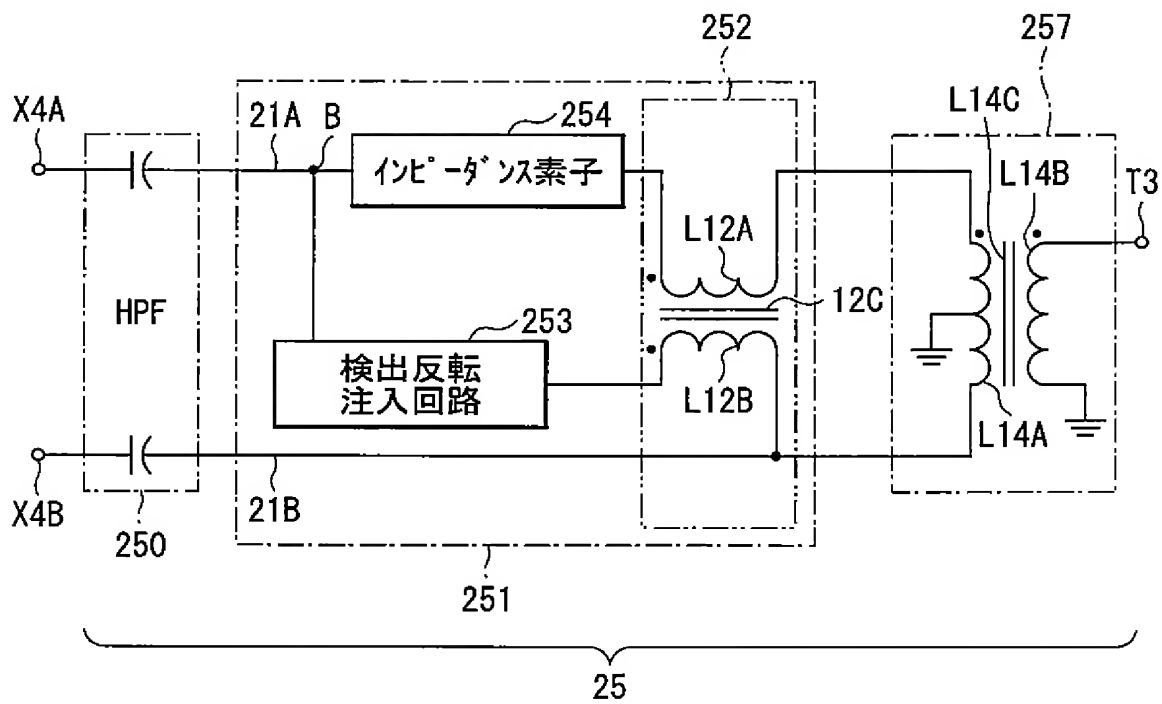
[図3]



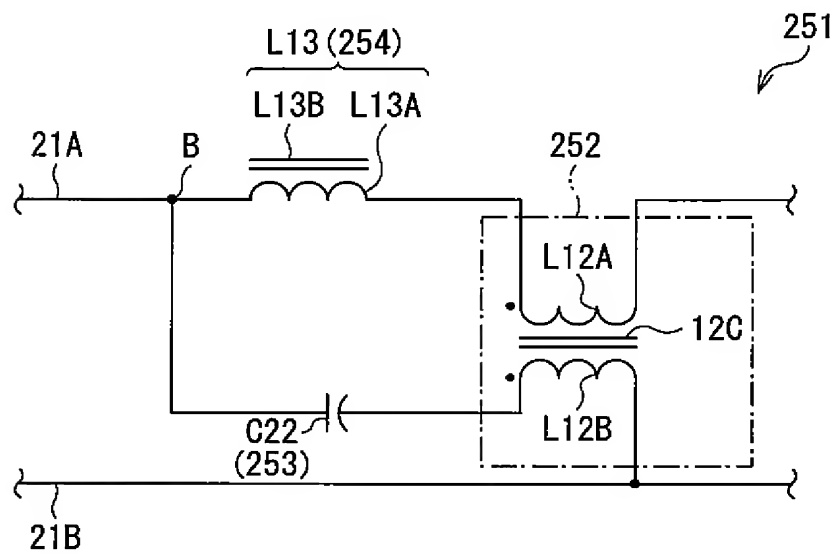
[図4]



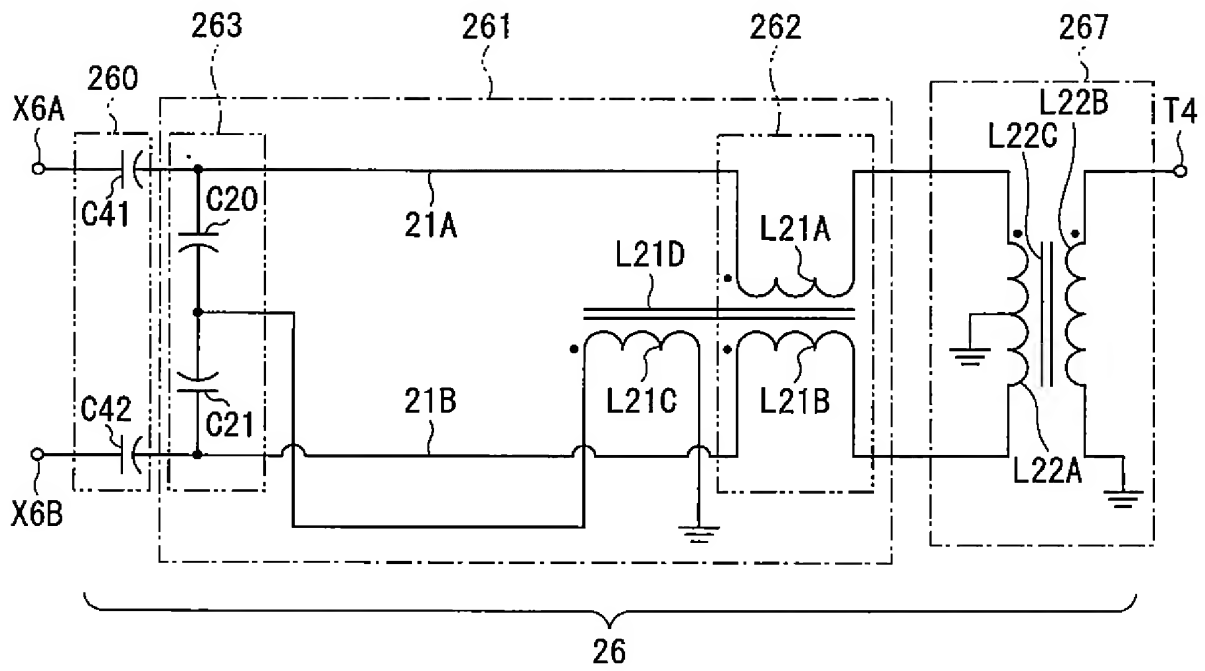
[図5]



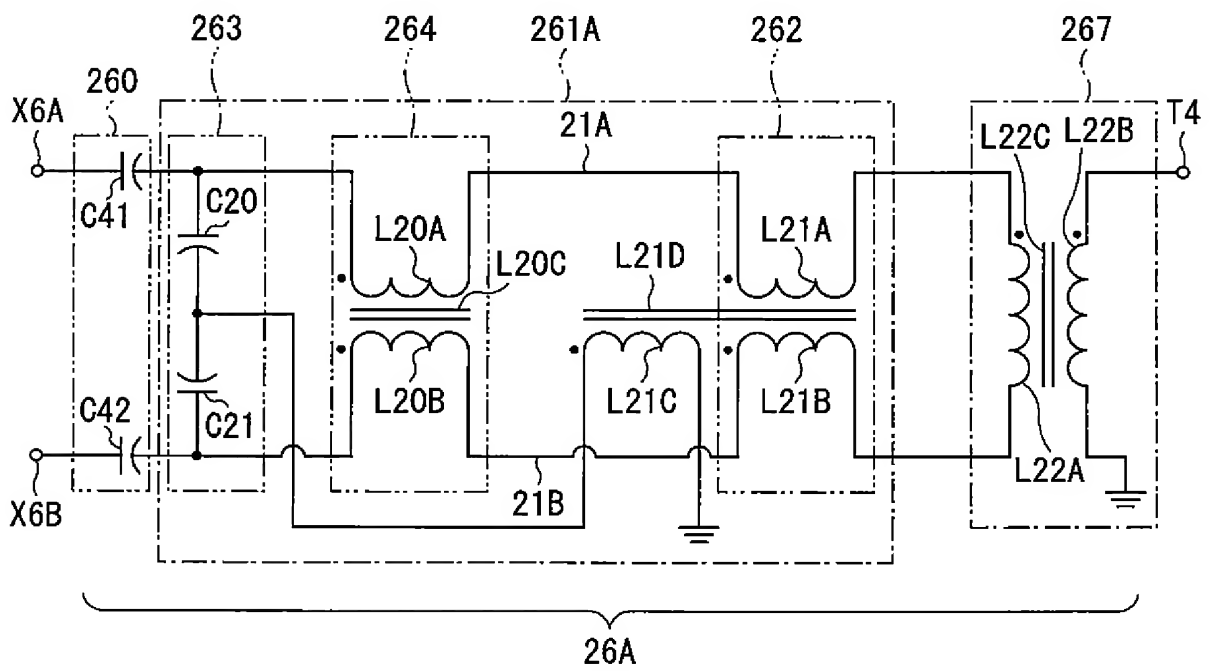
[図6]



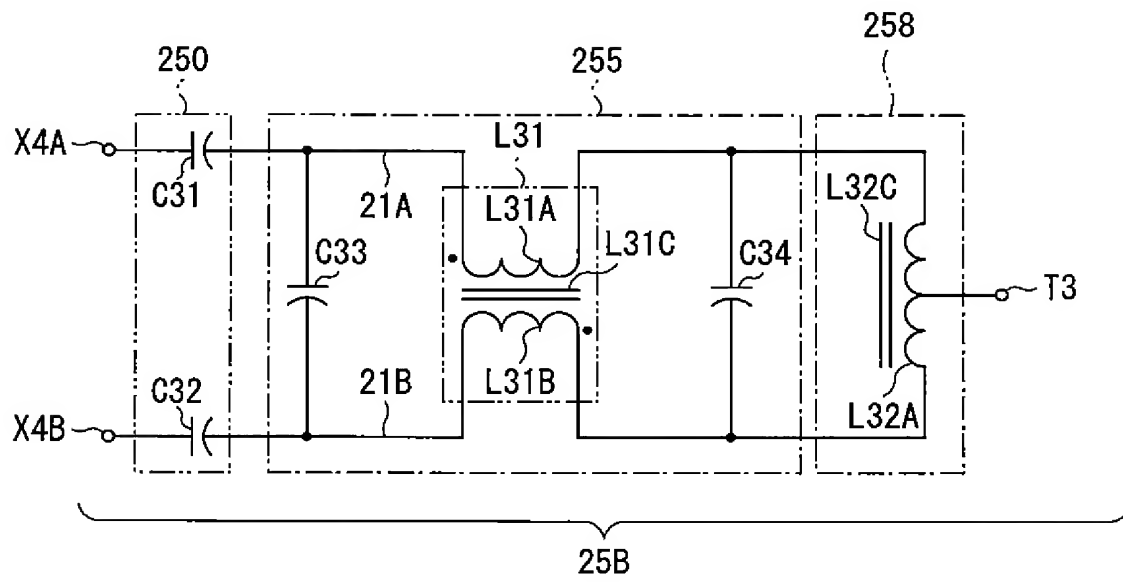
[図7]



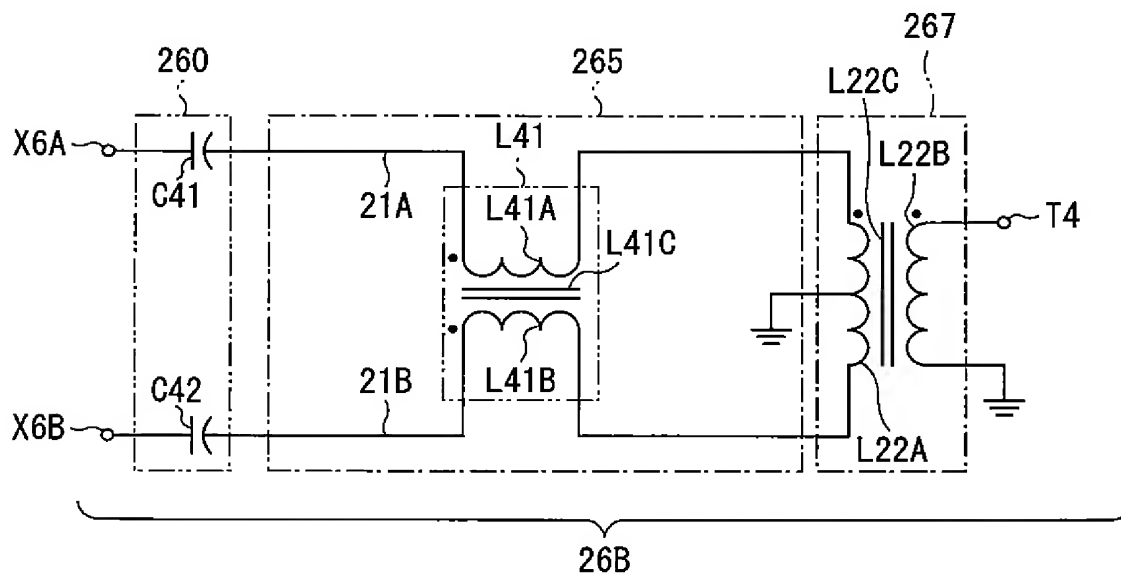
[図8]



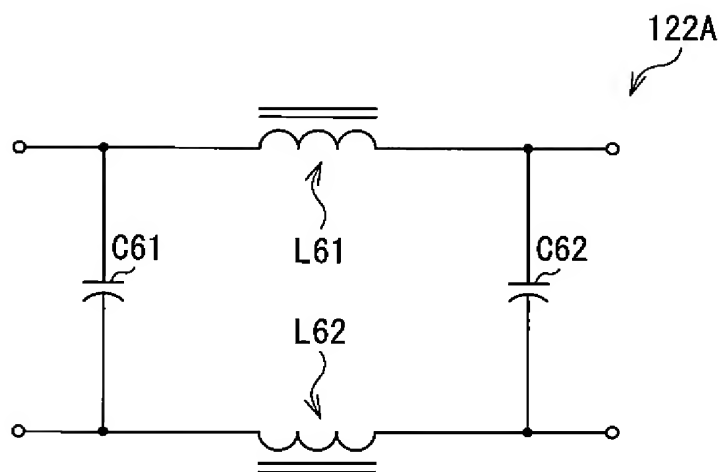
[図9]



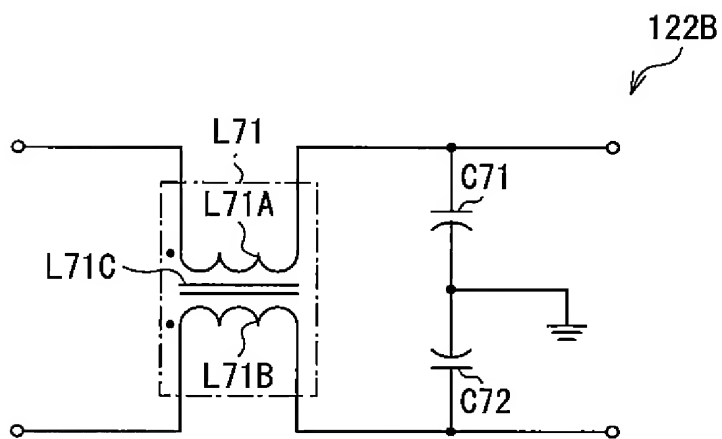
[図10]



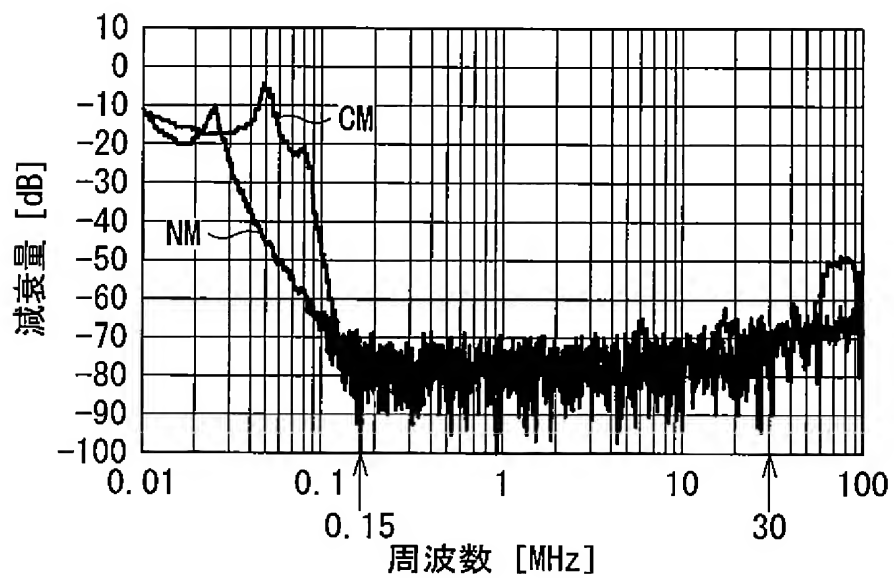
[図11]



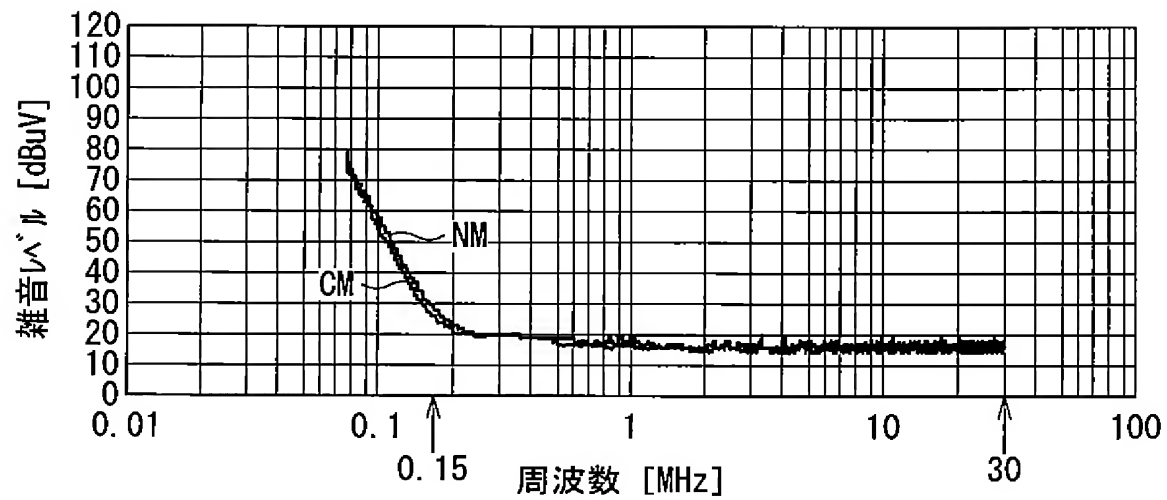
[図12]



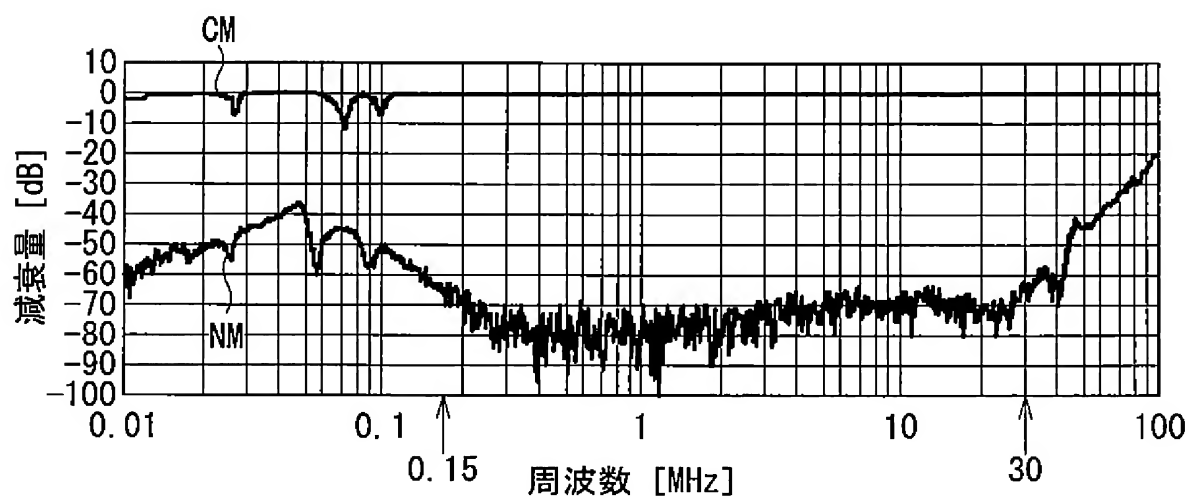
[図13]



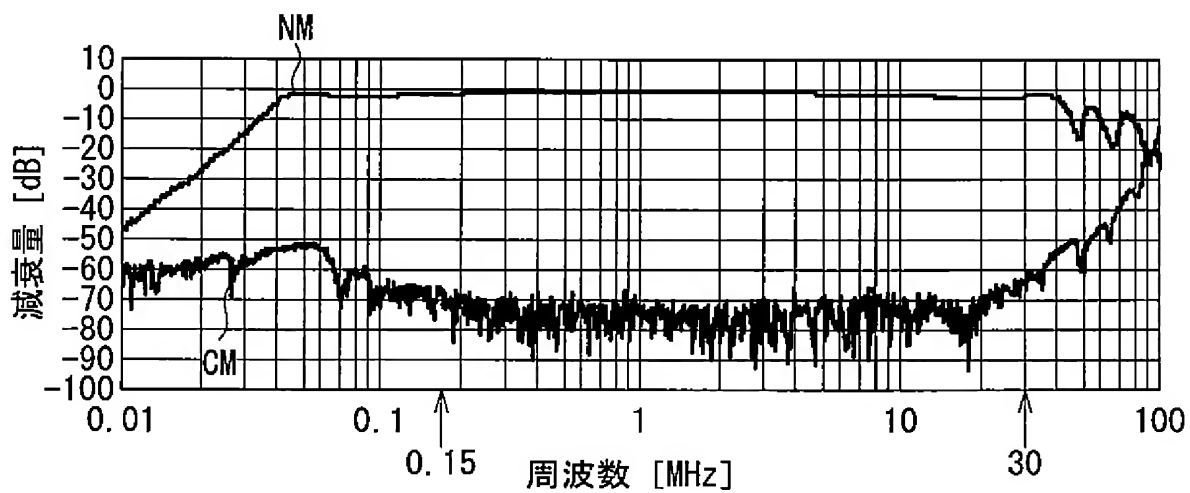
[図14]



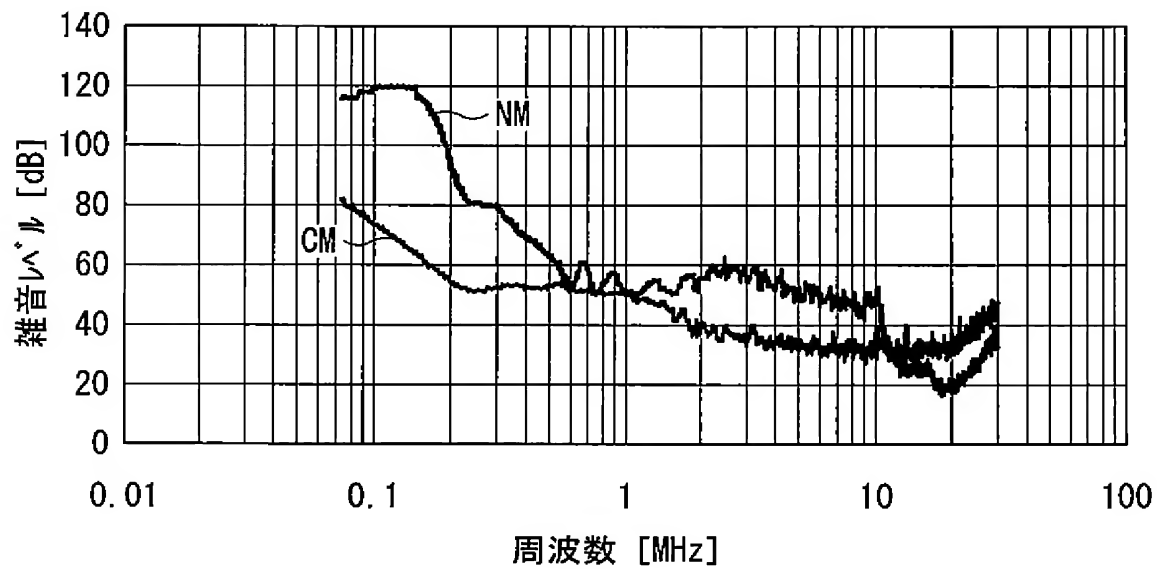
[図15]



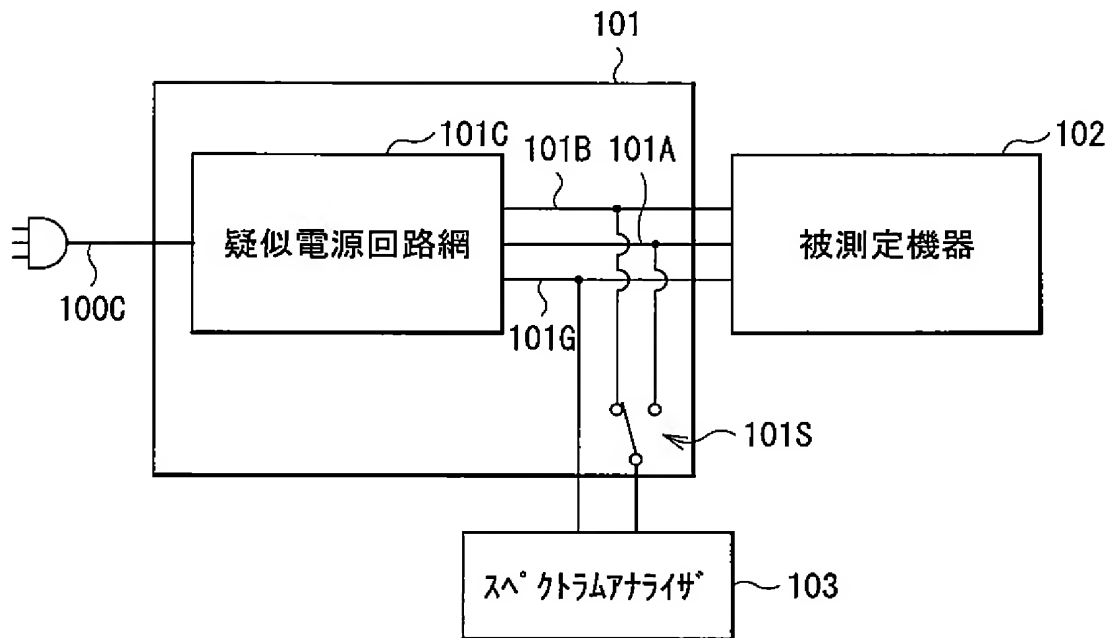
[図16]



[図17]



[図18]



[図19]

